

## کاربردهای مدل اعتبارسنجی، مدیریت پرتفوی اعتباری و قیمت‌گذاری وام

حسن سبزواری<sup>۱</sup>  
ایمان نوربخش<sup>۲</sup>  
محمد امیدی نژاد<sup>۳</sup>

### چکیده

سه عامل اصلی در ایجاد زیان اعتباری در مدل‌های مختلف مؤثر است که این عوامل عبارتند از: احتمال قصور مشتری، نرخ زیان در صورت قصور (LGD)<sup>۴</sup> و میزان اکسپوزر یا مانده تسهیلات. بنابراین در زمینه ریسک اعتباری، ابتدا لازم است که بانک اقدام به اخذ اطلاعات مالی و غیرمالی مشتریان خود کند، آنگاه از طریق مدل طراحی‌شده اعتبارسنجی به ارزیابی احتمال قصور در پرداخت مشتریان بپردازد. از طریق مدل اعتبارسنجی موسسه مالی قادر خواهد بود نه تنها در مورد اعطاء یا عدم اعطاء تسهیلات تصمیم‌گیری کند، بلکه قادر است با توجه به ریسک ارزیابی‌شده نرخ وام، نوع و میزان وثیقه مشتری، دوره و شرایط بازپرداخت اقساط و میزان نظارت بر مشتری را تعیین کند. همین‌طور از طریق این مدل، بانک قادر خواهد بود مدیریت بهتر پرتفوی وام‌های خود و در نتیجه کاهش ریسک اعتباری را دنبال کند و با محاسبه ریسک پرتفوی و میزان ارزش اعتبار در معرض خطر<sup>۵</sup> (یا حداکثر زیان)، از ورشکستگی بانک جلوگیری کند. در ابتدای این مطالعه تجربی، بر اساس مدل اعتبارسنجی داخلی بانک کارآفرین، مدل مدیریت پرتفوی با هدف محاسبه همبستگی قصور مشتریان و تخمین میزان زیان پرتفوی بانک ارائه می‌شود. همچنین مدل قیمت‌گذاری وام با توجه به سایر عوامل ریسک (همچون احتمال قصور، وثیقه، همبستگی قصور بین مشتریان مختلف) و بر پایه مدل بازل<sup>۶</sup> ارائه می‌شود.

**کلمات کلیدی:** ریسک اعتباری<sup>۷</sup>، اعتبارسنجی<sup>۱</sup>، مدیریت پرتفوی اعتباری<sup>۲</sup> و قیمت‌گذاری وام<sup>۳</sup>.

---

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد مدیریت ریسک بانک کارآفرین  
<sup>۲</sup> مدیر ریسک بانک کارآفرین  
<sup>۳</sup> عضو هیأت علمی مؤسسه عالی بانکداری ایران

<sup>۴</sup> Loss Given Default  
<sup>۵</sup> Credit VaR  
<sup>۶</sup> Basel II  
<sup>۷</sup> Credit Risk

## مقدمه

یکی از چالش‌های اساسی در تحلیل ریسک اعتباری موضوع تغییرات مشترک در قصور مشتریان مختلف است. در بسیاری از مدل‌های ریسک اعتباری، همچون ریسک‌متریکز<sup>۴</sup>، کردیت ریسک+<sup>۵</sup>، کردیت پرتفولیومنیجر<sup>۶</sup> یا کردیت پرتفولیو ویو<sup>۷</sup>، نه تنها احتمال قصور متغیری پایه محسوب می‌شود که همبستگی‌های قصور نیز متغیر توضیحی مهمی است. در حالی که برای بانکداران، ریسک اعتباری تک‌تک مشتریان روشن و ملموس است و مطالعات تجربی بر روی همبستگی بین وام‌گیرندگان و همچنین تأثیر چرخه‌های تجاری محدودتر است.<sup>۸</sup>

در چند سال اخیر، پیشرفت‌های خوبی در مدل‌سازی ریسک اعتباری در سطح پرتفوی صورت گرفته است. بانک‌ها و مؤسسات مالی از یکی از روش‌های فوق برای محاسبات خود استفاده کرده‌اند. اگرچه مدل‌های فوق از عوامل ریسک مشابه همچون احتمال قصور و همبستگی قصور استفاده کرده‌اند، لیکن به‌طور مشخص در اینکه این عوامل چگونه تفسیر شوند با یکدیگر متفاوت‌اند. مدل‌های پرتفولیومنیجر و کردیت‌متریکز احتمال‌های قصور را به‌صورت غیرتصادفی در نظر می‌گیرند و این درحالی است که کردیت‌ریسک+ فرض می‌کند که احتمال قصور متغیری تصادفی است. همبستگی قصور در مدل‌های کردیت‌متریکز و پرتفولیومنیجر از همبستگی بازدهی دارایی‌ها حاصل می‌شود، لیکن در مدل کردیت‌ریسک+ از طریق وابستگی بین دارایی‌ها بر روی یک عامل قصور مشترک (برای مثال متغیر کلان اقتصادی) محاسبه می‌شود. مدل‌های پرتفولیومنیجر و کردیت‌متریکز از شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای محاسبه آماری زیان استفاده می‌کنند، لیکن مدل کردیت‌ریسک+ از رویکردی غیرشبیه‌سازی برای محاسبه توزیع زیان پرتفوی استفاده می‌نماید که از نظر محاسباتی کارا تر است.<sup>۹</sup> در مقاله حاضر مدلی ارائه می‌شود که براساس آن می‌توان همبستگی بین عوامل ریسک اعتباری مشترک را محاسبه کرد.<sup>۱۰</sup>

<sup>1</sup> Credit Rating

<sup>2</sup> Credit Portfolio Management

<sup>3</sup> Loan Pricing

<sup>4</sup> RiskMetrics

<sup>5</sup> CreditRisk+

<sup>6</sup> CreditPortfolioManager

<sup>7</sup> CreditPortfolioView

<sup>8</sup> Rösch, 2003

<sup>9</sup> B. Gordy, 2000

<sup>10</sup> Dermine, and F. Bissada, 2002

از دیگر کاربردهای مدل‌های اعتبارسنجی، قیمت‌گذاری وام‌ها است. توجه داریم که از وجوه اساسی مدیریت ریسک اعتباری و مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها، قیمت‌گذاری وام است. تصمیمات مرتبط با قیمت وام مستقیم بر ریسک اعتباری و کفایت سرمایه اثر می‌گذارد. سیاست‌های مربوط به قیمت‌گذاری می‌بایست به‌گونه‌ای تنظیم شود که سود مطمئنی را برای نهاد مالی ایجاد کند، ضمن اینکه به اهداف طرح کسب و کار، همچون بازدهی روی سرمایه (ROE) و بازدهی روی دارایی (ROA) توجه داشته باشد. بنابراین نهاد مالی باید مطمئن شود که نه تنها به اهداف خود می‌رسد که سطح مناسب ذخیره سرمایه و ریسک را در اختیار دارد. به‌طور خلاصه بسیاری از نهادهای مالی از مدل‌های قیمت‌گذاری وام استفاده می‌کنند تا آنان را جهت اتخاذ تصمیمات مناسب هدایت کند. این مدل‌ها عموماً برای قیمت‌گذاری یک وام به‌صورت منفرد و نه پرتفوی از وام‌ها کاربرد دارد.

## ۱- اندازه‌گیری ریسک اعتباری

ریسک اعتباری بانک به ریسک فردی مشتریان و همچنین ریسک گروهی از مشتریان مختلف بستگی دارد. در ادامه به اختصار به توضیح ریسک فردی و ریسک پرتفوی وام‌ها اشاره می‌کنیم.

### ۱-۱- ریسک یک مشتری به‌صورت منفرد (تک‌مشتری)

ریسک یک مشتری توسط عوامل زیر محاسبه و ارزیابی می‌شود.

**احتمال قصور:** احتمال آنکه طرف قرارداد یا قرض‌گیرنده در پرداخت تعهداتش کوتاهی کند.

LGD: میزان زیان احتمالی که در صورت قصور قرض‌گیرنده یا طرف قرارداد به‌وجود می‌آید. LGD به‌صورت رابطه "یک منهای نرخ بازیافت" تعریف می‌شود. تخمین چنین زبانی سراسر است و روشن نیست، زیرا نرخ بازیافت به عوامل مؤثر زیادی مثل، کیفیت وثیقه (اوراق بهادار، اوراق قرضه رهنی، تضمین‌ها و غیره) و الویت امکان مطالبه دارایی قرض‌گیرندگان بستگی دارد. بسیاری از بانک‌ها داده‌های داخلی مناسب برای تخمین نرخ‌های بازیافت در اختیار ندارند. در حقیقت اگرچه LGD یک عامل مؤثر زیان مورد انتظار<sup>۱</sup> (EL) است، لیکن در مقایسه با سایر عوامل ریسک شبیه احتمال قصور (PD) پیشرفت کمتری در محاسبه دقیق آن

<sup>۱</sup> EL: Expected Loss

اتفاق افتاده است. می‌توان انتظار داشت که در چند سال بانک اطلاعاتی LGD به‌طور مشخص بهبود یابد. بنابراین تخمین‌های دقیق‌تری از LGD برای ابزارها و تسهیلات بانکی مشخص تهیه شود.<sup>۱</sup>

## ۲-۱- ریسک پرتفوی

برای محاسبه ریسک پرتفوی علاوه بر عوامل ریسک فوق می‌بایست موارد زیر را نیز در نظر گرفت.

**مانده در خطر:** اندازه یا سهمی از پرتفوی که در معرض ریسک قصور قرض‌گیرنده یا طرف قرارداد است. منظور از مانده در خطر اعتباری آن است که در هنگام قصور، تعهدات مشتری به بانک چه اندازه است. یا اینکه در لحظه قصور، بدهکار چه میزان به بانک مدیون است.

**همبستگی‌های قصور:** میزانی که احتمال قصور قرض‌گیرندگان و طرف‌های قرارداد پرتفوی با یکدیگر از نظر آماری همبسته هستند به‌عنوان همبستگی قصور شناخته می‌شود. همبستگی عامل اصلی نبود قطعیت و ریسک در مدل‌سازی ریسک اعتباری پرتفوی است. مدیریت پرتفوی ریسک اعتباری به‌طور مجزا و بدون درک تأثیر کامل همبستگی روی پرتفوی قابل انجام نیست. شواهد بسیاری (حداقل از بازار امریکا) وجود دارد که تغییرات در کیفیت اعتباری مشتریان مختلف با یکدیگر وابسته‌اند و بی‌احتیاطی بانک است چنانچه تصور کند همبستگی‌های بین مشتریان آن صفر است. به‌بیان دیگر قصور مشتریان بانک از یکدیگر مستقل نیست. چراکه این عامل به محاسبات ریسک پرتفولیو خلل وارد می‌کند. باید توجه داشت که هرچه قدر درجه همبستگی بالاتر باشد، نوسان‌های (یا زیان غیر انتظاری) ارزش پرتفوی به ریسک اعتباری می‌افزاید.<sup>۲</sup> مدل‌های متفاوت از روش‌های متفاوت به محاسبه این معیار (همبستگی) پرداخته‌اند و بین این روش‌ها مقایسه انجام داده‌اند.

## ۳-۱- تخمین زیان اعتباری

در مورد زیان اعتباری و چگونگی اندازه‌گیری آن به اختصار مطالبی گفته شد. سه عامل اصلی در میزان زیان ریسک اعتباری در مدل‌های مختلف مؤثر است. این عوامل عبارت از نرخ

<sup>1</sup> Bluhm, Overbeck, Ludger and Wagner, 2003

<sup>2</sup> Zazzara, 2000

LGD، اکسپوزر اعتباری و احتمال قصور می‌باشند.<sup>۱</sup> روش‌های متنوعی برای اندازه‌گیری زیان اعتباری وجود دارد که این روش‌ها با توجه به پارادایم‌های مختلف مطرح شده است. توافقنامه جدید کمیته بال به منظور تخصیص بهتر سرمایه قانونی<sup>۲</sup> با توجه به ریسک آن در پرتفوی اعتباری بانک طراحی شده است. این موضوع به بانک این امکان را می‌دهد تا ریسک اعتباری‌اش را از دو طریق رویکرد استاندارد تجدیدنظرشده توافقنامه ۱۹۸۸ و رویکرد رتبه‌بندی داخلی<sup>۳</sup> محاسبه کند. در رویکرد دوم به بانک‌ها این اجازه داده شده است تا رتبه ریسک اعتباری مشتریان خود را تهیه و مورد استفاده قرار دهد.

رویکرد IRB نیازمند آن است که PD، LGD و EAD در پرتفوی آشکار شود.<sup>۴</sup> دو نوع متفاوت از IRB شامل رویکرد بنیادی<sup>۵</sup> و رویکرد پیشرفته<sup>۶</sup> برای بانک‌ها وجود دارد. این رویکردها اساساً در چگونگی محاسبه و تعیین داخلی چهار عامل فوق متفاوت هستند. در رویکرد بنیادی تنها ممکن است PD به صورت داخلی و با توجه به بررسی‌های نظارتی<sup>۷</sup> محاسبه شود.<sup>۸</sup> LGD ثابت بوده و براساس مقادیر نظارتی (برای مثال ۴۵ درصد برای مطالبات مرجح تضمین نشده<sup>۹</sup> و ۷۵ درصد برای مطالبات فرعی غیرمرجح)<sup>۱۰</sup> تعیین می‌شود. در رویکرد پیشرفته همه چهار عامل کلیدی به وسیله بانک و با توجه به بررسی‌های نظارتی تعیین می‌شود. انعطاف‌پذیری در محاسبه مقادیر LGD پرتفوی، برای بانک‌ها این انگیزه را ایجاد می‌کند تا خوشان به صورت داوطلبانه از رویکرد بنیادی به سمت رویکرد پیشرفته حرکت کنند.

#### ۴-۱- زیان غیرمورد انتظار

ابزار مناسب برای مدیریت پرتفوی اعتباری ارزش در معرض ریسک (VaR) است که به عنوان صدک (کوانتیل) توزیع سود و زیان در یک سطح مشخص اطمینان تعریف می‌شود. برای مثال در سطح اعتماد ۹۹ درصد، تنها با احتمال ۱ درصد می‌توان انتظار داشت که در انتهای افق

<sup>1</sup> Gallati, 2003

<sup>2</sup> Regulatory Capital

<sup>3</sup> IRB: Internal Rating Based

<sup>4</sup> Pillar 3

<sup>5</sup> Foundation Approach

<sup>6</sup> Advanced approach

<sup>7</sup> Supervisory Review

<sup>8</sup> Pillar 2

<sup>9</sup> Unsecured Claims

<sup>10</sup> Subordinated Claims

برنامه‌ریزی زیانی بیشتر از مقدار VaR محاسبه شده داشته باشیم. اگر میزان VaR به صورت کامل با حقوق صاحبان سهام پوشش داده شود، سطح اطمینان ۹۹ درصد حداقل احتمالی است که براساس آن انتظار داریم بانک دچار ورشکستگی نشود. VaR پرتفوی اعتباری از طریق روش‌هایی همچون روش کردیت‌ریسک+، کردیت‌سوئیس و جی‌پی مورگان محاسبه می‌شود.<sup>۱</sup>

#### ۱-۴-۱- تخمین توزیع حدی زیان پرتفولیو و همبستگی قصور

وام نکول می‌شود، در صورتی که میزان دارایی وام‌گیرنده در زمان تاریخ سررسید (T) کمتر از میزان تعهدات وی باشد. فرض کنید ارزش دارایی وام‌گیرنده از فرایند زیر به دست می‌آید.

$$dA_i = \mu_i A_i dt + \sigma_i A_i dx_i \Rightarrow \log A_i(T) = \log A_i + \mu_i T - \frac{1}{2} \sigma_i^2 T + \sigma_i \sqrt{T} X_i \quad (1)$$

بنابراین احتمال نکول شدن وام  $L$  برابر خواهد بود با:

$$P_i = P[A_i(T) < B_i] = P[X_i < c_i] = N(c_i) \quad (2)$$

$$c_i = \frac{\log(B_i) - \log A_i - \mu_i T + \frac{1}{2} \sigma_i^2 T}{\sigma_i \sqrt{T}} \quad \text{به طوری که:}$$

یک پرتفولیو با  $n$  وام برابر، با سررسید یکسان را در نظر بگیرید. احتمال نکول شدن یک وام برابر  $p$  است. فرض می‌شود ارزش دارایی وام‌برندگان با ضریب  $\rho$  همبسته‌اند. همچنین  $L_i$  برابر زیان ناخالص (پیش از بازیافت) وام  $i$  ام باشد، به‌وری که  $L_i = 1$  اگر وام نکول شود و در غیر این صورت  $L_i = 0$ . فرض کنید  $L$  درصد زیان ناخالص پرتفولیو باشد:

$$L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (3)$$

اگر حوادث نکول مستقل از یکدیگر باشند توزیع زیان پرتفولیو با افزایش اندازه آن به توزیع نرمال میل می‌کند. اما از آنجایی که حوادث مستقل نیستند شرایط قضیه حد مرکزی برقرار نیست و  $L$  به صورت جانبی به توزیع نرمال میل نخواهد کرد. بنابراین لازم است که توزیع حدی

<sup>1</sup> Rau-Bredow, 2002.

زیان استخراج شود. فرض می‌شود متغیر  $X_i$  در معادله (۱) به‌طور مشترک نرمال با ضریب همبستگی  $\rho$  باشد. در نتیجه

$$X_i = Y\sqrt{\rho} + Z_i\sqrt{1-\rho} \quad (۴)$$

به‌طوری‌که  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  متغیرهای نرمال مستقل هستند.  $Y$  را می‌توان به‌عنوان یک عامل مشترک<sup>۱</sup> در طول دوره زمانی  $(0, T)$  تفسیر کرد. بنابراین  $Y\sqrt{\rho}$  میزان مانده در خطر وام‌گیرنده با عامل مشترک را نشان می‌دهد.  $Z_i\sqrt{1-\rho}$  نیز مانده در خطر وی با عامل خاص را نشان می‌دهد. وقتی که عامل مشترک ثابت است، توزیع احتمال شرطی زیان یک وام برابر خواهد شد با:

$$P(Y) = P(L_i = 1|Y) = N\left(\frac{N^{-1}(p) - Y\sqrt{\rho}}{\sqrt{1-\rho}}\right) \quad (۵)$$

زیان پرتفویو مشروط بر  $Y$ ، بر اساس قانون اعداد بزرگ به ارزش انتظاری آن یعنی  $P(Y)$  میل خواهد کرد بنابراین:

$$P(L \leq x) = N\left(\frac{\sqrt{1-\rho}N^{-1}(x) - N^{-1}(p)}{\sqrt{\rho}}\right) \quad (۶)$$

باجای‌گذاری، تابع توزیع تجمعی زیان وام در یک پرتفویوی خیلی بزرگ برابر است با:

$$P(L \leq x) = P(p(Y) \leq x) = p(Y > p^{-1}(x)) = N(-p^{-1}(x)) \quad (۷)$$

اگر وزن هر یک از وام‌ها ( $w_i$ ) در پرتفویو برابر نباشد در آن صورت:

$$L = \sum_{i=1}^n w_i L_i$$

در صورتی‌که  $\sum_{i=1}^n w_i^2 \rightarrow 0$  باشد، یعنی تعداد کمی وام سهم عمده پرتفویو را تشکیل ندهند، توزیع زیان  $L$  به صورت رابطه (۶) خواهد بود.

در توزیع زیان به‌دست آمده فرض می‌شد که زمان بررسی توزیع زیان همان زمان تاریخ سررسید پرتفویوی وام‌ها است. اما در عمل ممکن است که تاریخ بررسی ( $H$ ) با تاریخ سررسید ( $T$ ) متفاوت باشد. توزیع زیان با این فرض که تاریخ بررسی کوتاه‌تر از تاریخ سررسید است و وزن هر یک از وام‌ها ناچیز نیست به شرح رابطه (۸) است:

$$P(L \leq x) = F\left(\frac{x}{\delta}; N(b), (\rho + \delta(1-\rho))\right) \frac{H}{T}$$

<sup>۱</sup> Common Factor<sup>a</sup>

(۸)



به‌طوری‌که:

$$a = Ge^{-r(T-H)}$$

$r$  = risk free rate

LGD = Loss Given Default

$$b = N^{-1}(p) + \lambda \rho_m \frac{T-H}{\sqrt{T}}$$

$$\lambda = \frac{\mu_m - r}{\sigma_m}$$

$$\delta = \sum_{i=1}^n w_i^2$$

در روابط فوق  $\mu_m$  متوسط نرخ بازدهی بازار،  $\sigma_m$  انحراف معیار نرخ بازدهی بازار،  $\lambda$  ارزش ریسک در بازار<sup>۱</sup> و  $\rho_m$  ضریب همبستگی بازدهی شرکت‌هایی که از بانک وام می‌گیرند با نرخ بازدهی بازار (سهام) است. همچنین واریانس زیان پرتفوی در این حالت برابر است با:

$$\text{var}(L) = a^2 N_2(b, b, (p + \delta(1-q)q \frac{H}{T}) - a^2 N^2(b)$$

به‌صورت قراردادی فرض می‌شود:

$$p_{\text{new}} = N(b)$$

$$\rho_{\text{new}} = (\rho + \delta(1-\rho)) \frac{H}{T}$$

لازم به ذکر است در صورتی که  $H=T$  شود، توزیع زیان برابر خواهد شد با:

$$P(L \leq x) = F(x; p, \rho + \delta(1-\rho)) \quad (9)$$

### روش تخمین $p$ و $\rho$ ؛ روش ML

احتمال شرطی نکول یک وام را می‌توان از رابطه (۱۰) محاسبه کرد.

$$p(y) = g(y; \rho, \gamma) = N\left(\frac{\gamma - \sqrt{\rho}y}{\sqrt{1-\rho}}\right) \quad (10)$$

$$\gamma = N^{-1}(p)$$

به‌طوری‌که:

<sup>1</sup> Market Price of Risk

بنابراین احتمال شرطی اینکه در یک پرتفولیوی متشکل از  $n$  وام، تعداد  $d$  وام نکول شود برابر خواهد بود با:

$$P(D = d | Y = y) = \binom{n}{d} g(y; \rho, \gamma)^d (1 - g(y; \rho, \gamma))^{n-d} \quad (11)$$

احتمال غیرشرطی نکول در زمان  $t$  از رابطه (۱۲) قابل حصول است.

$$L_t(n, d; \rho, \gamma) = \int_0^1 \binom{n}{d_t} g(N^{-1}(y); \rho, \gamma)^{d_t} (1 - g(N^{-1}(y); \rho, \gamma))^{n-d_t} dy \quad (12)$$

برای محاسبه تخمین‌های ML از  $\rho$  و  $\gamma$  باید تابع حداکثر راستنمایی را تشکیل داد. رابطه (۱۳) نشان‌دهنده تابع حداکثر راستنمایی است. با حداکثر کردن این تابع می‌توان  $\rho$  و  $\gamma$  را تخمین زد.

$$LL(n, d; \rho, \gamma) = \sum_t \log(L_t(n, d; \rho, \gamma)) \quad (13)$$

به طوری که:

$t$  تعداد سال‌ها،  $n$  تعداد وام‌های موجود در طول هر سال،  $d$  تعداد وام‌های نکول شده در طول یک سال است.<sup>۱</sup>

## ۲- مدل‌های قیمت‌گذاری وام

قیمت یک دارایی منعکس‌کننده جریان‌های نقد آتی و مورد انتظار سرمایه‌گذار است. همچنین قیمت دارایی بیانگر صرف ریسک است. بنابراین سود انتظاری (که سرمایه‌گذار از دارا بودن یک دارایی ریسکی در پرتفوی خویش نیاز دارد) بالاتر از نرخ بازدهی بدون ریسک است. میزان صرف ریسک هر دارایی ریسکی به ریسک دارایی- که با تغییرات احتمالی در وجوه نقد مورد انتظار آن دارایی، همچنین سطح ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار - اندازه‌گیری می‌شود.

بسیاری از بانک‌ها دارای مدل قیمت‌گذاری داخلی برای خویش هستند. این مدل‌ها عموماً برای قیمت‌گذاری یک وام به صورت منفرد و نه پرتفویی از وام‌ها کاربرد دارد. مدل‌های ساده‌تر از اطلاعات پایه‌ای همچون میزان وام، نرخ بهره، هزینه‌ها، هزینه پول، هزینه‌های عملیاتی، و شرایط وام استفاده می‌کنند تا به نرخ بازدهی روی سرمایه‌گذاری مورد انتظار دست یابند. مدل‌هایی که پیچیده‌تر هستند از فاکتورهای دیگری همچون کیفیت وام، وضعیت وجوه قابل وام دادن، و

<sup>1</sup> Repullo, and Suarez, 2004

پیش‌پرداخت‌های پیش‌بینی شده وام استفاده می‌کنند. به‌طور عام بانک‌ها از مدل‌های زیر برای تعیین نرخ بهره استفاده می‌کنند.

### ۱-۲- قیمت‌گذاری مازاد هزینه

در این مدل، نرخ بهره وام دارای چهار جزء است.

**هزینه پول:** هزینه بهره‌روی سپرده‌ها یا قرض پول از بازار پول است که از طریق آن بانک به تأمین مالی وام مشتریان اقدام می‌کند.

**هزینه ارائه خدمات وام:** شامل هزینه‌های درخواست وام، فرآیند بازپرداخت وام‌ها، حقوق و دستمزد، و هزینه جا و مکان<sup>۱</sup> است.

برعکس هزینه پول، هزینه عملیات (یا ارائه خدمات) به سادگی قابل تعیین نیست. هزینه عملیات شامل هزینه حقوق و دستمزد، هزینه جا و فضا، آموزش، سفر، و سایر هزینه‌های عملیاتی می‌شود. به‌علاوه، هزینه بیمه، مخارج مشاوره مالی، و هزینه سایر سیستم‌ها را نیز شامل می‌شود.

**صرف ریسک:** ریسک قصور (که در ذات وام نهفته است) و همچنین ذخایر سرمایه‌است.

این موضوع به‌ویژه وقتی بر روی قیمت‌گذاری وام تأثیر می‌گذارد که حجم تسهیلات و ریسک اعتباری افزایش می‌یابد. در این شرایط، کنارگذاشتن ذخایر خاص برای زیان مربوط به تسهیلات، ضروری است. ضمن اینکه افزایش ریسک و ذخیره سرمایه باعث می‌شود دستیابی به اهداف طرح کسب و کار<sup>۲</sup> مشکل شود.

**سود سرمایه:** بازدهی مناسب روی سرمایه بانک است.

### ۲-۲- قیمت‌گذاری بر مبنای رابطه با مشتری

براساس این رویکرد، بانک یک نرخ پایه یا نخست<sup>۳</sup> برای مشتریان ارزشمند و با اعتبار خود جهت وام‌های سرمایه در گردش کوتاه‌مدت تعیین می‌کند. این نرخ پس از تعیین، به‌عنوان مبنا برای سایر انواع وام و تسهیلات بانکی قرار می‌گیرد. در این رویکرد به‌منظور دستیابی به یک نرخ بازدهی مناسب؛ بانک نرخ اسپردی<sup>۴</sup> را به وام‌های خود به مشتریانی که درجه یک محسوب

<sup>۱</sup> Occupancy Cost

<sup>۲</sup> Business Plan

<sup>۳</sup> Prime Rate

<sup>۴</sup> Spread

نمی‌شوند در نظر می‌گیرد. تا جایی که هزینه‌های عملیاتی، هزینه پول و ریسک مشتریان را در یک محیط رقابتی پوشش دهد.

### ۳-۲- قیمت‌گذاری بر مبنای بازدهی تعدیل‌شده بر مبنای ریسک

این مدل قیمت‌گذاری قطعاً پیچیده‌تر از سایر مدل‌هاست. هم‌اکنون، بسیاری از بانک‌ها از روش‌های پیشرفته تعدیل‌شده بر اساس ریسک و مدل‌های امتیازدهی اعتباری استفاده می‌کنند تا با توجه به صرف ریسک وام، نرخ را به‌صورت بالقوه برای مشتریان خود تعیین کنند. از طریق این مدل، مشتریان با ریسک پائین‌تر قادر خواهند بود با نرخ کمتری از بانک وام دریافت کنند. چراکه انتظار می‌رود در دوران بازپرداخت خویش، زیان کمتری را متوجه بانک سازند. به‌عبارت دیگر در این مدل، مشتریان کم‌ریسک به هزینه‌های ریسک مترتب بر مشتریان پرریسک یارانه نمی‌پردازند. بنابراین این مدل‌ها می‌توانند بانک را از دادن وام‌های ریسکی منصرف کند؛ هرچند که در رویکردهای قدیمی این وام‌ها ممکن است بازدهی بیشتری را برای بانک ایجاد کنند<sup>۱</sup>. بنابراین در این روش قیمت‌دارایی بیانگر صرف ریسک است. میزان صرف ریسک هر دارایی ریسکی به ریسک‌دارایی و سطح ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار بستگی دارد.

### ۳-۲- روش تحقیق محاسبه میزان پرتفوی اعتباری

در این قسمت به‌صورت تجربی به محاسبه میزان زیان پرتفوی اعتباری می‌پردازیم. برای این منظور باید برآورد درستی از احتمال قصور مشتریان، درصد LGD آنان، میزان مانده وام‌ها و در نهایت همبستگی بین وام‌ها داشته باشیم. لازم به توضیح است که میزان مانده وام‌ها در تاریخ ۲۸ اسفند ۱۳۸۶ از سیستم نرم‌افزاری بانک استخراج شده است. همین‌طور درصد LGD بر اساس نوع وثیقه‌های وام‌ها، توصیه‌های موافقتنامه بال ۲ و همچنین تخمین‌های مدیران بانک از میزان درصد پوشش وثیقه‌های مختلف محاسبه شده است. دو عامل اصلی دیگر زیان، یعنی احتمال قصور مشتریان و همبستگی بین وام‌ها در ادامه این بخش تشریح می‌شود.

<sup>۱</sup> <http://blog.lendingclub.com/2007/07/10/p2p-lending-102-loan-pricing-basics/>

### ۳-۱- تخمین احتمال قصور؛ مدل لاجیت

چند روش رگرسیونی برای ایجاد مدل‌های امتیازدهی وجود دارد. لیکن تعداد زیادی از پژوهشگران، رگرسیون لاجیت را ترجیح می‌دهند، زیرا این روش از دقت مناسبی برخوردار است. از مشاهده تصادفی مشتریان حقوقی بانک کارآفرین نشان می‌دهد، تعدادی در دسته‌ی مشتریان خوش حساب و شماری نیز در گروه مشتریان بدحساب قرار داشت<sup>۱</sup>. این تعداد مشاهده دربرگیرنده متغیرهای رگرسیونی یا متغیرهای توضیحی همچون نسبت‌های مالی و ارقام مهم مندرج در صورت‌های مالی (یعنی ترازنامه و صورت سود و زیان) همچنین ویژگی‌های پایه‌ای مشتری است. این متغیرها شامل ۳۳ نسبت مالی و ۱۶ متغیر مربوط به اطلاعات پایه‌ای غیر ترازنامه‌ای است. بر اساس روش گام به گام<sup>۲</sup> (که قادر به انجام روش انتخاب رو به جلو و حذف رو به عقب<sup>۳</sup> است) متغیرهای مستقل وارد رگرسیون لاجیت شدند. با تحلیل آماره‌هایی که در مدل رگرسیونی محاسبه شده‌اند، یکی از بهترین مدل‌های تخمین زده شده، انتخاب شد و از آن برای پیش‌بینی احتمال قصور مشتریان استفاده گردید<sup>۴</sup>.

### ۳-۲- تخمین میزان زیان پرتفوی اعتباری بانک کارآفرین

برای تخمین تابع توزیع زیان، ابتدا باید پارامترهای  $a, b, \rho, \delta, H, T$  برآورد شوند.

- نحوه محاسبه میانگین دوره تسهیلات از تاریخ اعطا (T) ابتدا اختلاف تاریخ اعطای تسهیلات از تاریخ تهیه گزارش (پایان اسفند ۱۳۸۶) به سال به‌دست می‌آید، سپس این عدد در مانده تسهیلات مذکور ضرب شده و سرانجام بر مجموع مانده تسهیلات تقسیم می‌شود. در این قسمت چنانچه وامی نکول شده باشد مدت زمان در نظر گرفته شده، همان دوره وام است. مقدار T در بانک کارآفرین تقریباً ۰/۱۶ سال برآورد شده است.
- نحوه محاسبه میانگین دوره تسهیلات از تاریخ سررسید

<sup>۱</sup> منظور از مشتریان خوش حساب مشتریانی است که (طبق تعریف بال ۲) یا هیچ‌گونه تأخیری در پرداخت اقساط خود نداشته‌اند و یا حداکثر ۳ ماه تأخیر دارند. در حالی که مشتری بدحساب دارای حداقل ۳ ماه تأخیر است.

<sup>۲</sup> Stepwise procedure

<sup>۳</sup> Forward selection and backward elimination

<sup>۴</sup> سبزواری و نوربخش، ۱۳۸۵

ابتدا اختلاف تاریخ سررسید تسهیلات از تاریخ تهیه گزارش (پایان اسفند ۱۳۸۶) به سال به دست می‌آید، سپس این عدد در مانده تسهیلات مذکور ضرب می‌شود و در آخر بر مجموع مانده تسهیلات تقسیم می‌شود. مقدار  $H$  در بانک کارآفرین تقریباً برابر  $0/13$  سال است.

• نحوه محاسبه  $\delta$ :

مجموع مجذورات سهم هر یک از وام‌ها در کل مانده تسهیلات در تاریخ تهیه گزارش محاسبه می‌شود. مقدار این متغیر برابر  $0/078$  برآورد شده است.

• نحوه محاسبه  $a, b, \rho$ :

با توجه به مشخص شدن  $T$  و  $H$ ، مقادیر  $r$  و  $LGD$  (زیان در صورت قصور) جهت برآورد پارامتر  $a$ ، که در رابطه  $\lambda$  بدان اشاره شد، مورد نیاز است. نرخ بهره بدون ریسک ( $r$ ) در ایران تقریباً برابر درصد است. مقدار  $LGD$  برآورد شده برای پرتفولی وام بانک کارآفرین تقریباً برابر  $0/0872$  است. متغیرهای مورد نیاز برای تخمین  $b$  به ترتیب برابرند با  $\lambda, \rho_m, H, T, p$ . چگونگی محاسبه  $T$  و  $H$  پیش‌تر مورد بررسی قرار گرفت. برای برآورد  $\rho_m$  باید ضریب همبستگی متوسط بازدهی شرکت‌هایی که از بانک کارآفرین تسهیلات دریافت کرده‌اند با تغییرات شاخص سهام به دست آید. همچنین پس از محاسبه میانگین و واریانس بازدهی شاخص سهام و جایگذاری آن‌ها در معادله (۸) به سادگی مقدار  $\lambda$  به دست می‌آید. در جدول شماره ۱ نتایج برآورد متغیرهای  $\lambda, \rho_m, \sigma_m, \mu_m$  ارائه شده است.

جدول شماره ۱: پارامترهای ثابت

$\mu_m$	۰/۲۵
$\sigma_m$	۸/۰۲۴۰۸۹
$\rho_m$	۰/۲۶
$\lambda$	۰/۰۱۱۸۳۹

برای محاسبه  $\rho, p$  از روش  $ML$  استفاده می‌شود. همان‌طور که در تابع (۱۳) مشاهده می‌شود در صورتی که مقادیر  $n$  و  $d$  مشخص شوند می‌توان از روش حداکثر راستنمایی مقادیر  $\rho, p$  را محاسبه کرد. اطلاعات مربوط به تعداد وام‌ها و تعداد وام‌های نکول شده طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ در جدول ارائه شده است.

جدول شماره ۲: تعداد کل وام‌ها و تعداد وام‌های نکول شده

year	n	d
۱۳۸۱	۱۹	۵
۱۳۸۲	۱۹۲	۳۵
۱۳۸۳	۳۲۱	۴۷
۱۳۸۴	۴۳۳	۹۸
۱۳۸۵	۵۵۴	۵۱
۱۳۸۶	۹۵۰	۴۳

با استفاده از نرم افزار SAS پارامترهای معادله تخمین زده شد. نتایج تخمین در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول شماره ۳: نتایج برآورد  $p, \rho$

Parameter Estimates									
Parameter	Estimate	Standard Error	DF	T Value	Pr >  t	Alpha	Lower	Upper	Gradient
$\gamma$	-۱/۳۶۴۳	۰/۱۴۶۷	۳	-۹/۳۰	۰/۰۰۲۶	۰/۰۵	-۱/۸۳۱۱	-۰/۸۹۷۵	۲/۱۴۸ E-۷
$\rho$	۰/۰۷۶۷۹	۰/۰۵۲۱۱	۳	۱/۴۷	۰/۲۳۷۰	۰/۰۵	-۰/۰۸۹۰۵	۰/۲۴۲۶	۲/۲۷۹ E-۷

نتایج تخمین:

با توجه به نتایج جدول شماره ۳ مقادیر (ضریب همبستگی و احتمال قصور پرتفوی)  $p, \rho$  در سه سطح: تخمین، بالا و پایین در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول شماره ۴: پارامترهای تخمینی در سه سطح

$\rho$	P	
۰/۰۵	۰/۰۲۳۵	سطح پایین
۰/۰۷۶۸	۰/۰۸۶۲	سطح تخمینی
۰/۲۴	۰/۱۸۴۷	سطح بالا

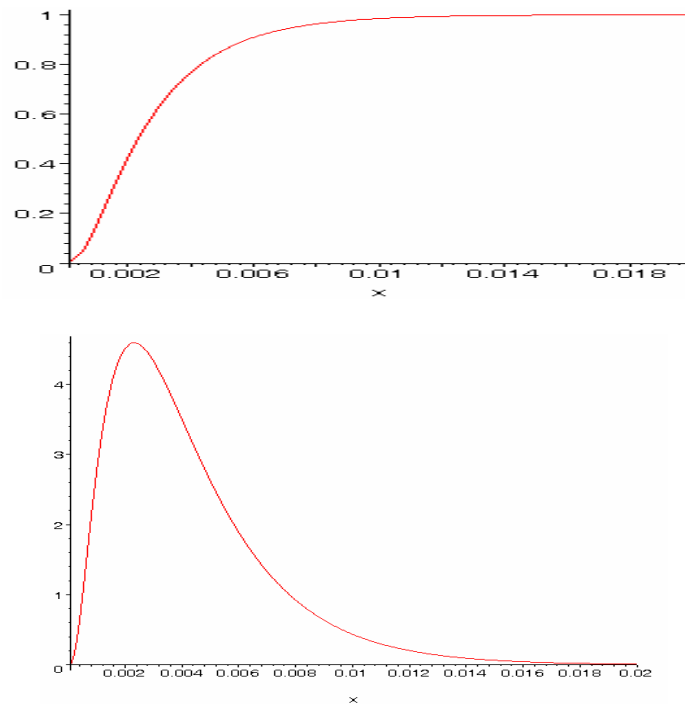
با استفاده از پارامترهای تخمین زده شده پارامترهای  $a, b, p_{new}, \rho_{new}$  برآورد می‌شوند. این پارامترها، پارامترهای متغیر هستند که با تغییر  $p, \rho$  تغییر می‌نمایند.

جدول شماره ۵: پارامترهای متغیر (با تغییر  $p$  و  $\rho$ )

	LOW	Estimate	Upper
<b>a</b>	۰/۰۸۶۸۱۸	۰/۰۸۶۸۱۸	۰/۰۸۶۸۱۸
<b>b</b>	-۱/۸۳۱۴۶	-۱/۳۶۴۳۲	-۰/۸۹۷۳۸
$p_{new}$	۰/۰۳۳۵۱۶	۰/۰۸۶۲۳۴	۰/۱۸۴۷۵۸
$\rho_{new}$	۰/۱۰۲۲۳۸	۰/۱۲۲۵۹۵	۰/۲۴۶۵۵۸

با استفاده از پارامترهای تخمین زده شده و متغیر، تابع چگالی و توزیع تجمعی زیان در سه سطح تخمین، سطح بالا و سطح پایین برآورد می شود. نتایج این برآورد در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است.

نمودار ۱: تابع چگالی و توزیع تجمعی زیان با استفاده از پارامترهای سطح پایین





از نمودارهای چگالی برآورد شده می‌توان مقادیر حداکثر زیان را در سطوح اطمینان مختلف محاسبه کرد. در جدول شماره ۶ مشاهده می‌شود که در سطح اطمینان ۹۹ درصد حداکثر زیان بانک به ازاء پارامترهای برآورد شده تقریباً برابر ۲/۴ درصد کل پرتفولیوی تسهیلات اعطایی بانک است. بنابراین از آنجایی که در سال گذشته معادل بیش از ۱۷۳۵۴ میلیارد ریال بوده است، انتظار داریم تنها با احتمال ۱ درصد، حداکثر زیان پرتفوی بانک بیش از ۱۴۵۰ میلیارد ریال نباشد. با توجه به اینکه مجموع حقوق صاحبان سهام بانک در پایان اسفند ۱۳۸۶ بیش از ۲۰۶۰ میلیارد ریال بوده است، انتظار داریم با فرض زیان در صورت قصور ۹ درصد، احتمال ورشکستگی بانک نزدیک صفر باشد. توجه داریم که حداکثر زیان به شدت به پارامتر زیان در صورت قصور حساس است. برای مثال اگر این میزان معادل ۱۸ درصد منظور شود، آنگاه حداکثر زیان در سطح ۹۹ درصد ۲۸۹۰ میلیارد ریال است. بدیهی است در این صورت مقدار حقوق صاحبان سهام بانک کفاف این میزان زیان را نخواهد داد و بانک را در معرض ورشکستگی قرار خواهد داد. لیکن با توجه به کیفیت وثیقه‌های بانک، که حدود ۵۵ درصد آن را وثایق ملکی تشکیل می‌دهد، میزان زیان در صورت قصور بانک در شرایط اقتصادی کنونی بیش از ۹ درصد نخواهد بود.

جدول شماره ۶: مقادیر حداکثر زیان با فرض ۰/۰۹

Obs	Median	Mean	P95	P97	P99
۱	۰.۰۲۶۵۱	۰.۰۳۰۷۶۶	۰.۰۷۳۰۱	۰.۰۷۷۵۱	۰.۰۸۳۵۱

مقایسه صدک‌های استاندارد شده حداکثر زیان در تناظر با توزیع نرمال استاندارد، در جدول شماره ۷ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در مقایسه با توزیع نرمال استاندارد مقادیر حداکثر زیان برآورد شده در هر سه سطح تخمین بیشتر است.

جدول شماره ۷: مقایسه صدک‌های استاندارد شده حداکثر زیان در تناظر با توزیع نرمال استاندارد

۰.۹۹	۰.۹۷	۰.۹۵	$\alpha$
۴.۱۲۴۷۲۳	۲.۸۵۱۲۸۸	۲.۲۶۹۴۳۱	سطح پایینی
۰.۰۸۳۵۱	۰.۰۷۷۵۱	۰.۰۷۳۰۱	سطح تخمینی
۳.۲۱۱۸۱۲	۲.۴۶۸۶۵۲	۲.۰۶۸۸۰۶	سطح بالا
۲.۳۲۶۳۴۸	۱.۸۸۰۷۹۴	۱.۶۴۴۸۵۴	سطح معمولی

### ۳-۳- قیمت‌گذاری بر اساس ذخایر سرمایه بال

در این قسمت یک معادله قیمت‌گذاری، که نرخ‌های بهره تعادلی برای کلاس‌های مختلف وام در آن تشریح شده است را، استخراج می‌کنیم. تحلیل‌ها باتوجه به نتایجی که در ادامه توضیح داده خواهد شد ساده شده است.

فروض:

- وام به شرکت‌ها در یک شرایط رقابت کامل عرضه می‌شود و وجوه آن از طریق سپرده‌ها و حقوق صاحبان سهام تأمین می‌شود و هیچ‌گونه هزینه‌های مبادله (واسطه)<sup>۱</sup> ندارد.
- سپرده‌های بانک از طریق مؤسسه بیمه سپرده‌ها، بیمه شده است.<sup>۲</sup> همچنین سپرده‌ها در نرخ بهره‌ای که به صفر نرمالایز شده است دارای عرضه کاملاً باکشش است.
- حقوق صاحبان سهام بانک توسط کلاس ویژه‌ای از افراد، که سهامداران بانک نامیده می‌شوند، و برای سرمایه‌گذاری خود نرخ بازدهی  $\delta \geq 0$  را دارند، تأمین شده است.
- $P_1$  احتمال غیرشرطی قصور شرکت‌های گروه یا کلاس  $z$  است.
- پارامتر LGD زیان در صورت قصور را اندازه‌گیری می‌کند.
- $k$  درصدی از پرتفوی وام‌هاست که توسط حقوق صاحبان سهام تأمین شده است. هدف بانک آن است که ارزش مورد انتظار تعدیل‌شده را حداکثر کند. بنابراین بانک باید حداقل ذخیره قانونی لازم، را نگهداری کند. از این‌رو  $k$  نشان‌دهنده حداقل ذخیره سرمایه مورد نیاز است.

### ۳-۴- رابطه قیمت‌گذاری وام

در این بخش معادله‌ای برای قیمت‌گذاری وام استفاده می‌شود که نرخ‌های بهره تعادلی را برای کلاس‌های مختلف از وام‌ها تشریح می‌کند. نرخ تعادلی برای وام‌های کلاس  $z$  براساس روش بال ۲، که به تفصیل در مقاله خود تشریح کرده است، تحت شرایط رقابت کامل به‌صورت زیر تعیین می‌شود.<sup>۳</sup>

$$\bar{r}_j = \frac{\bar{p}_j \text{LGD} + \delta k_j}{1 - p_j} \quad (14)$$

<sup>1</sup> Transaction Cost

<sup>۲</sup> بیمه سپرده‌ها برای حذف ریسک از سپرده‌ها صورت می‌گیرد. چرا که در آن صورت بر پیچیدگی مدل افزوده می‌شود.

<sup>3</sup> Repullo, and Suarez, 2004

شایان ذکر است که توضیح چگونگی استخراج رابطه فوق خارج از حوصله این نوشتار بوده و فقط به‌منظور معرفی یکی از کاربردهای اساسی ریسک اعتباری در قیمت‌گذاری وام‌ها بدان اشاره شده است. در ادامه برای روشن شدن کاربرد رابطه (۱۴) به بیان دو مثال اکتفاء می‌شود.

دو مشتری بانک کارآفرین (شرکت واقعی)، به‌ترتیب دارای احتمال قصور  $(\bar{p}_j)$  ۲۲/۷ و ۴ درصد می‌باشند. با توجه به وثیقه‌های این شرکت‌ها، زیان در صورت قصور  $(\lambda)$  صفر و ۴۴ درصد برای آنان محاسبه شده است. براساس رویکرد استاندارد ضریب کفایت سرمایه  $(k_j)$  را ۸، نرخ سود مورد انتظار سهامداران  $(\delta)$  را ۳۰ در نظر می‌گیریم. با جایگذاری این اعداد در رابطه قیمت‌گذاری (۱۴)، نرخ صرف ریسک شرکت الف و ب برابر ۳ و ۴ درصد خواهد بود. براساس اطلاعات بخش مالی، هزینه پول و مطالبات مشکوک‌الوصول معادل ۲۰ درصد محاسبه شده است. در نتیجه، نرخ نهایی وام برای شرکت الف برابر ۲۳ درصد و برای شرکت ب ۲۴ درصد تعیین شده است.

مثال ۲:

شرکت ب

احتمال قصور: ۴ درصد

زیان در صورت قصور: ۴۴ درصد

حداقل سرمایه: ۸ درصد

نرخ سود مورد انتظار سهامداران: ۳۰ درصد

هزینه پول و مطالبات م.م: ۲۰ درصد

نتیجه:

نرخ صرف سود وام: ۴ درصد است.

نرخ نهایی وام:  $۲۰ + ۴ = ۲۴$  درصد

مثال ۱:

شرکت الف

احتمال قصور: ۲۲/۷ درصد

زیان در صورت قصور: ۰ درصد

حداقل سرمایه: ۸ درصد

نرخ سود مورد انتظار سهامداران: ۳۰ درصد

هزینه پول و مطالبات م.م: ۲۰ درصد

نتیجه:

نرخ صرف سود وام: ۳ درصد است.

نرخ نهایی وام:  $۲۰ + ۳ = ۲۳$  درصد

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

اعتبارات و وام‌ها حجم عمده‌ای از دارایی بانک‌ها را تشکیل می‌دهد. این بدان معناست که اگر این دارایی‌ها به‌نحوی از بین برود، بانک را در معرض زیان یا ورشکستگی قرار خواهد داد. به منظور جلوگیری از ورشکستگی بانک‌ها، در توافقنامه جدید کمیته بال به تخصیص بهتر سرمایه

قانونی<sup>۱</sup> و ریسک اعتباری توجه خاصی شده است. بانک‌ها می‌بایست مقداری سرمایه احتیاطی برای مقابله با زیان‌های غیر مورد انتظار در اختیار داشته باشند. همیشه احتمال آن وجود دارد که زیان‌های اعتباری از یک مقدار مفروض بیشتر شود. بهترین روش معمول برای کمی‌کردن سرمایه ریسکی، مفهوم سرمایه اقتصادی<sup>۲</sup> است (که VaR اعتباری<sup>۳</sup> نیز نامیده می‌شود). بدین منظور در این مطالعه تجربی، با استفاده از تخمین پارامتر همبستگی قصور مشتریان، تابع توزیع زیان مانده و ام‌ها تا تاریخ ۲۸ اسفند ۱۳۸۶ برآورد شد و میزان VaR اعتباری (یا حداکثر زیان اعتباری) آن در سطح اطمینان ۹۹ درصد محاسبه گردید.

یکی دیگر از کاربردهای اساسی تخمین ریسک اعتباری، که در این مطالعه مورد تأکید قرار گرفت، تهیه مدلی برای تعیین نرخ وام مشتریان است. بسیاری از نهادهای مالی از مدل‌های قیمت‌گذاری وام جهت اتخاذ تصمیمات مناسب استفاده می‌کنند. ایده اساسی این روش‌ها آن است که قیمت یک دارایی منعکس‌کننده جریان‌های نقد آتی و مورد انتظار سرمایه‌گذار است. یکی از این مدل‌ها، مدل قیمت‌گذاری بر مبنای ریسک است. در این مدل بانک می‌تواند سرمایه یک وام نوعی را براساس ریسک مترتب بر آن وام تخصیص دهد. بنابراین طبق این مدل، بانک‌ها برای ریسک‌های بیشتر ذخیره سرمایه بیشتری تخصیص می‌دهند. ضمن اینکه با استنباط از ریسک بالای مشتری، اسپرد نرخ بهره وام او را افزایش می‌دهند. بنابراین مهم‌ترین و اولین مزیت این مدل به سایر مدل‌ها، آن است که کاملاً بر قیمت‌گذاری وام با توجه به ریسک مشتری تمرکز می‌کند.

بدیهی است که با توجه به آزمون‌های آماری و تجربی، برای مشتریان حقوقی بانک کارآفرین، نظام بانکی کشور با تغییر در نگرش و سیستم اعتباردهی خود امکان استفاده عملی از این روش‌ها را خواهد داشت.

<sup>1</sup> Regulatory Capital

<sup>2</sup> Economic Capital

<sup>3</sup> Credit VaR

## کتاب‌نامه

### الف. فارسی

سبزواری، حسن. نوربخش، ایمان: *برآورد و مقایسه مدل امتیازدهی اعتباری پارامتریک لاجیت با روش CART*؛ مجموعه مقالات هفدهمین همایش بانکداری اسلامی، ۱۳۸۵.

### ب. انگلیسی

Bluhm, Christian, Overbeck, Ludger, and Christoph Wagner: *An Introduction to Credit Risk Modeling*, Chapman & Hall, 2002.

Cristiano Zazzara: *Credit risk in the traditional banking book: A VaR approach under correlated default*, conference on Banking and Finance, 2000.

Daniel Rösch: *Correlations and Business Cycles of Credit Risk: Evidence from Bankruptcies in Germany*, Financial Markets and Portfolio Management 17, No. 3, 2003.

Dermine, Jean, and Youssef F. Bissada: *Asset & Liability Management: A Guide to Value Creation and Risk Control*, Pearson Education, 2002.

Hans Rau – Bredow : *Credit Portfolio Modeling, Marginal Risk Contributions, and Granularity Adjustment*, 2002.

<http://blog.lendingclub.com/2007/07/10/p2p-lending-102-loan-pricing-basics/>

Michael B. Gordy: *A comparative anatomy of credit risk models*, Board of Governors of the Federal Reserve System, Division of Research and Statistics, Washington, 2000.

Oldrich Vasicek: *Loan Portfolio Value*, 2002, [www.risk.net](http://www.risk.net).

Oldrich Vasicek: *Probability of loss on loan portfolio KMV Corporation*, 1987, [www.kmv.com](http://www.kmv.com).

Repullo,Rafael,and Javier Suarez:*Loan Pricing under Basel Capital Requirements*,2004.

Reto Galatti:*Risk management and capital adequacy*, McGraw-Hill, 2003.